

La rivalutazione della tecnica di coibentazione a insufflaggio a seguito del decreto requisiti minimi degli edifici

Viene presentato il risultato dello studio condotto dagli autori sull' influenza dei ponti termici nel caso di utilizzo della tecnica di coibentazione ad insufflaggio e delle possibili soluzioni di correzione in conformità delle nuove disposizioni di legge del decreto requisiti minimi.

THE REBIRTH OF THE INSULATION TECHNIQUE OF FILLING THE CAVITY WALL WITH GRANULAR MATERIALS DUE TO THE LATEST DECREE OF MINIMUM ENERGY TARGETS IN BUILDINGS

The paper presents the result of the study conducted by the authors on the influence of thermal bridges in the case of the use of insulation technique of filling the cavity wall with granular materials and of the possible solutions for correction in accordance with the new targets of the decree of minimum requirements in buildings.

INTRODUZIONE

Il seguente articolo prende in esame in modo ragionato e puntuale le conseguenze della deroga sulla trasmittanza minima da raggiungere nel caso si proceda con l'isolamento dall'interno o in intercapedine (tecnica ad insufflaggio) per la coibentazione di pareti in caso di riqualificazione energetica. Nel caso di edifici esistenti, la tecnica di coibentazione ad insufflaggio dell'intercapedine è molto valida in quanto contiene i costi delle opere di finitura ed accessorie rispetto alla soluzione "a cappotto" (non è necessario sostituire le piane delle finestre, spostare tubazioni presenti in facciata, modificare il sistema di ancoraggio delle persiane) nonché permette il mantenimento dei decori e delle modanature presenti. Sino ad oggi la normativa prevalente imponeva limiti molto (probabilmente troppo) restrittivi per la correzione del ponte termico e pertanto l'insufflaggio ha avuto limitato utilizzo nelle riqualificazioni energetiche degli edifici esistenti. Come noto, tuttavia, la coibentazione delle sole tamponature a cassa vuota, senza intervenire sulle parti piene (travi e pilastri), comporta un'evidenziazione del ponte termico. In questo articolo si prenderanno in considerazione i requisiti minimi di legge e le condizioni di correzione da apportare al ponte termico in modo da rispettare i requisiti cogenti. L'approccio, di tipo numerico agli elementi finiti, è svolto con sviluppo di due nodi principali (trave e pilastro) per la determinazione con il modello 2D degli ψ lineici del ponte termico in conformità con la UNI 14683:08 e UNI 10211:08

Verranno infine tratte alcune considerazioni costruttive ed operative su come procedere a tali correzioni compatibilmente con i modesti spessori disponibili nel costruito esistente ed alcune considerazioni finali sulla possibilità di sviluppo di condense e muffe nel caso di mancata, insufficiente o errata correzione del ponte termico.

L'APPROCCIO NORMATIVO

Il nuovo decreto sui requisiti minimi degli edifici in attuazione della direttiva 2010/31/UE emanato ai primi di luglio 2015 prevede all'allegato 1 punto 1.4.3 comma 2 una specifica deroga per gli interventi con insufflaggio: "In caso di interventi di riqualificazione energetica

dell'involucro opaco che prevedano l'isolamento termico dall'interno o l'isolamento termico in intercapedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori delle trasmittanze di cui alle tabelle da 1 a 4 dell'Appendice B, sono incrementati del 30%."

Si riporta a seguire la trasmittanza termica U delle strutture opache verticali e delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati:

Trasmittanza termica - U (W/m ² K)				
Zona climatica	Strutture opache verticali		Strutture opache orizzontali o inclinate	
	2019/2021	2019/2021 + 30%	2019/2021	2019/2021 + 30%
A e B	0,43	0.559	0,35	0.494
C	0,34	0.442	0,33	0.468
D	0,29	0.377	0,26	0.39
E	0,26	0.338	0,22	0.325
F	0,24	0.312	0,20	0.299

Il comma 4 del medesimo paragrafo prevede infine che "I valori di trasmittanza si considerano comprensivi dell'effetto dei ponti termici." Per semplicità di esposizione si farà riferimento ad esempio ai valori più restrittivi previsti per il 2021 e al solo caso delle pareti verticali opache in zona climatica D.

CASO DI STUDIO: PANNELLATURA A CASSA VUOTA MODULARE CON TRAVI E PILASTRI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Il Caso di studio che viene proposto è un caso molto frequente nell'edilizia anni '50-'90. In tale periodo la tecnica costruttiva prevedeva frequentemente schemi di intelaiatura con travi e pilastri in calcestruzzo armato con interasse mediamente attorno ai 5 metri, altezze di interpiano attorno ai 3 m e pilastri con sezioni variabili in funzione dei carichi e dell'altezza del fabbricato che, nel caso di studio, vengono

assunti 30x35 cm. Tali dimensioni permettevano di "nascondere" il pilastro all'interno della cassa vuota che generalmente aveva spessore tra i 30 ed i 50 cm. Nel nostro caso è stato preso in esame un pilastro da 30x35 cm ricoperto da intonaco su entrambi i lati, inserito nella parete a cassa vuota da 40 cm e trave "ad L" di bordo alta 60 cm, e con costola spessa 15 cm. È assente ogni tipo di isolamento.

In conformità alla UNI TR 11552:14 e alla UNI 10351:15 la trasmittanza di tale cassa vuota vale 1.088 W/m²K. La sostituzione dell'aria presente nella cassa vuota (spessore 15 cm) con materiale isolante sciolto di conducibilità $\lambda=0.037$ W/mK determina la nuova trasmittanza $U=0.208$ W/m²K, valore ampiamente inferiore al limite di legge: ad esempio per la zona climatica D si ha $U=0.208$ W/m²K < 0.260 W/m²K.

Sulla zona del pilastro la trasmittanza è tuttavia rimasta 2.19 W/m²K e sulla trave il modello 2D fornisce valori attorno a 2.03 W/m²K. È stato quindi realizzato un modello agli elementi finiti per simulare il comportamento del ponte termico ed in tal modo, in accordo con la UNI 10211 e le direttive tecniche di calcolo riportate nelle prime pagine dell'abaco Ponti termici CENED, determinare il valore del coefficiente lineico del ponte termico (ψ). Il calcolo è stato fatto in riferimento alle misure interne e quindi è stato determinato il valore di calcolo ψ .

CORREZIONE DEL PONTE TERMICO

In considerazione degli spessori ridotti disponibili nei rivestimenti con intonaci presenti nelle costruzioni dell'epoca edilizia presa in esame, è esperienza degli autori che non vi siano ragionevolmente disponibili più di 2 cm. di spessore utili da "sottrarre" all'intonaco preesistente per coibentare il ponte termico esternamente. Maggiori spessori di materiale isolante determinano un inspessimento del lato

esterno con conseguenti problemi agli inserti architettonici presenti oppure potrebbero essere non compatibili con i limiti di confine della facciata dell'edificio stesso, caso molto frequente in ambito urbano. A titolo di esempio lo sbordo della piana di davanzale delle finestre raramente è oltre 2 cm; marcapiani, lesene e cornici hanno spessori di una decina di centimetri. Per tale motivo è stato scelto di adottare isolanti di nuova generazione a bassissima conducibilità termica con nanotecnologie. Tali isolanti hanno conducibilità termica dichiarata $\lambda_{isol}=0.018$ W/mK

Le simulazioni condotte hanno riguardato le seguenti casistiche sia su travi sia su pilastri:

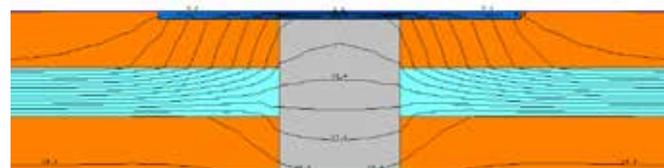
- Caso A) 2 cm di isolante in esterno con estensione dell'isolamento per $L=3H$
- Caso B) 1 cm di isolante in esterno con estensione dell'isolamento per $L=3H$
- Caso C) 2 cm di isolante in esterno fino "a filo" dell'elemento di disturbo

Con H = altezza significativa del ponte termico (elemento di disturbo) Si riporta a seguire una rappresentazione grafica dei 3 casi analizzati, estrapolata direttamente dal software di calcolo utilizzato per il calcolo dello ψ del ponte termico (Figura 1).

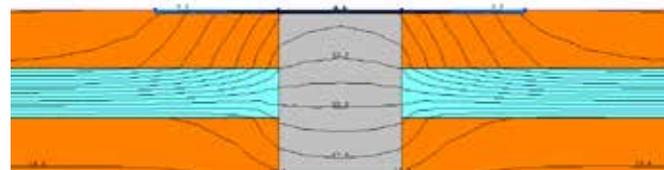
Le linee nere che percorrono le immagini sono curve isoterme e consentono di avere una rappresentazione qualitativa e quantitativa di come l'installazione di isolante secondo le 3 modalità precedentemente descritte influenzi significativamente la distribuzione di temperatura nell'intorno del ponte termico e conseguentemente vada a modificare l'entità della dispersione termica attraverso il ponte termico stesso. Si

FIGURA 1 - Rappresentazione grafica della distribuzione di temperatura all'interno del nodo pilastro-parete corrente mediante "curve isoterme"

Caso A



Caso B



Caso C

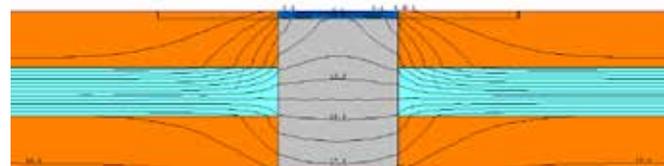


TABELLA 1 - Calcolo trasmittanza media

CALCOLO TRASMITTANZA MEDIA				
	b [m]	h [m]	S [m ²]	U [W/m ² K]
Specchiatura complessiva	5	3,3	16,5	0,377
Cassa vuota insufflata	4,7	3	14,1	0,208
Caso A) 2 cm di isolante in esterno con estensione dell'isolamento per $L=3H$				
Ponti termici	L [m]	ψ_i [W/mK]	H [W/K]	
Pilastro	3	0,314	0,942	
Trave	10	0,1045	1,045	
Parete indisturbata	S [m ²]	U [W/m ² K]	H [W/K]	
Parete insufflata	14,1	0,208	2,933	
Flusso specifico totale				4,920
U media [W/m ² K]				0,298 < 0,377
Caso B) 2 cm di isolante in esterno con estensione dell'isolamento per $L=3H$				
Ponti termici	L [m]	ψ_i [W/mK]	H [W/K]	
Pilastro	3	0,41793	1,254	
Trave	10	0,1658	1,658	
Parete indisturbata	S [m ²]	U [W/m ² K]	H [W/K]	
Parete insufflata	14,1	0,208	2,933	
Flusso specifico totale				5,845
U media [W/m ² K]				0,354 < 0,377
Caso C) 2 cm di isolante in esterno fino "a filo" dell'elemento di disturbo				
Ponti termici	L [m]	ψ_i [W/mK]	H [W/K]	
Pilastro	3	0,511	1,533	
Trave	10	0,178	1,78	
Parete indisturbata	S [m ²]	U [W/m ² K]	H [W/K]	
Parete insufflata	14,1	0,208	2,933	
Flusso specifico totale				6,246
U media [W/m ² K]				0,379 > 0,377

riporta nella tabella a pagina precedente (Tabella 1) il dettaglio del calcolo effettuato per la valutazione della trasmittanza media della pannellatura di tamponamento intelaiata.

Si osserva che nel caso A la U media è ampiamente inferiore al valore normativo derogato ($0.298 < 0.377 \text{ W/m}^2\text{K}$) ma non sarebbe stata conforme al valore di progetto riportato in tabella per la zona climatica D ($U=0.298 > 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$).

In considerazione del fatto che l'adozione di 2 cm di isolante ha consentito di soddisfare ampiamente la verifica imposta dalla normativa, è stato ipotizzato di ridurre lo spessore ad 1 cm (caso B). In tal caso si osserva che la U media è appena inferiore al valore normativo derogato ($0.354 < 0.377 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Il caso C infine, nasce dalla curiosità di capire quale sia la corretta regola dell'arte per la correzione del ponte termico; ossia se sia effettivamente sufficiente coprire esclusivamente l'elemento di disturbo (magari con maggiore spessore) ovvero sia necessario allargare la copertura esterna ben oltre il termine dell'elemento di disturbo. Per tale motivo è stata condotta una simulazione con 2 cm di isolante terminante "a filo" dell'elemento di disturbo. Come si osserva dai calcoli anche 2 cm di isolante non sono sufficienti (anche se per poco) ad impedire alle linee di flusso il passaggio di calore che aggira con "un'agile S" gli sbarramenti dell'isolamento.

IL CANTIERE

L'applicazione di questa tecnica di insufflaggio in abbinamento alla correzione del ponte termico ed i relativi concetti teorici sono stati applicati recentemente (prima dell'uscita del citato decreto "Requisiti minimi") dagli autori in un cantiere edile di riqualificazione energetica. Nelle foto seguenti sono ben visibili le tecniche di correzione del ponte termico adottate che hanno consentito il mantenimento degli spessori e degli ingombri preesistenti.

CONDENSE

Come visibile nella successiva figura la mancata correzione del ponte termico, limitando l'intervento di riqualificazione al solo insufflaggio,



FIGURA 2 -
Correzione del ponte termico di trave e pilastro mediante la posa in opera di pannelli isolanti ad alte prestazioni



FIGURA 3 -
Dettaglio della stratigrafia di rivestimento del pannello isolante con intonaco armato e rasatura armata

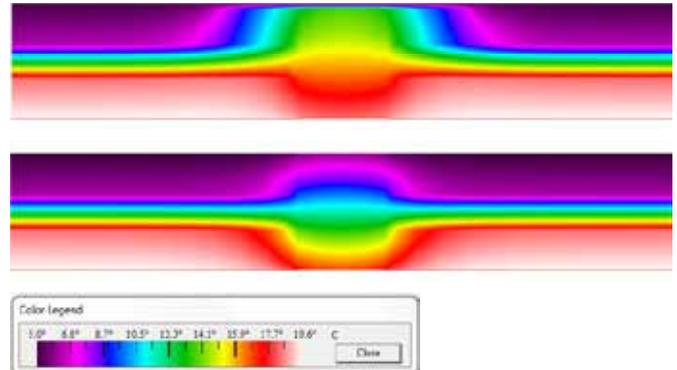


FIGURA 4 -
Distribuzione di temperatura nel caso di ponte termico corretto e ponte termico non corretto

determina, in prossimità del ponte termico, temperature superficiali minori di 17°C (16.6°C) nel caso "ottimistico" di temperatura esterna media nel mese più freddo di 5°C . Tali condizioni sono critiche per la formazione di muffe con umidità relative interne maggiori del 65%.

Nel caso di correzione del ponte termico come nel "Caso A" la temperatura superficiale minima a parità di condizioni esterne ed interne risulta essere sensibilmente maggiore (18.3°C) e quindi superiore al valore limite per la formazione di condensa superficiale.

CONCLUSIONI

Lo studio effettuato con l'implementazione della simulazione 2D mostra come i nuovi limiti di legge consentano la riqualificazione energetica dell'esistente mediante l'utilizzo della tecnica dell'insufflaggio all'interno della camera d'aria delle pareti di tamponamento, soluzione costruttiva tipica del costruito "anni '60". Risulta altresì evidente come sia predominante l'importanza di estendere adeguatamente la correzione del ponte termico ben oltre lo stesso, mentre sia minoritaria l'influenza dello spessore del coibente correttivo. Si segnala infine che qualora non si volessero utilizzare isolanti ad alte prestazioni la medesima configurazione termica può essere ottenuta con isolanti tradizionali ($\lambda=0.03 \text{ W/mK}$) di spessore 3 cm. In quest'ultimo caso, con qualche maggiore accorgimento tecnico operativo in corso d'opera per adeguare i maggiori conseguenti spessori al costruito, è comunque possibile rispettare il limite di legge.

BIBLIOGRAFIA

1. Direttiva 2010/31/UE Energy Performance Building Directive 2 (EPBD2)
2. UNI EN ISO 10211:2008 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
3. UNI EN ISO 14683:2008 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
4. UNI/TR 11552:2014 Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici
5. UNI 10351:2015 Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto